

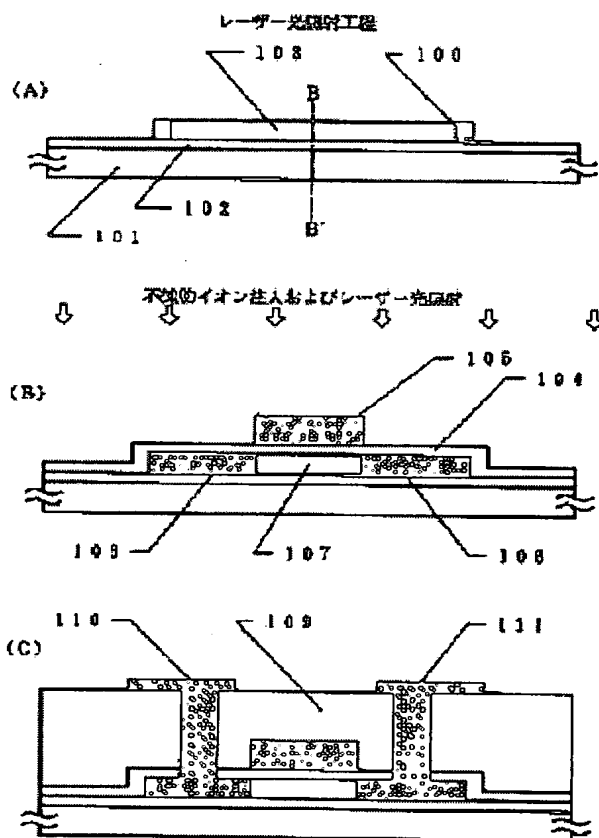
SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

Patent number: JP8023104
Publication date: 1996-01-23
Inventor: KOYAMA JUN; SUZAWA HIDEOMI; TERAMOTO SATOSHI
Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
Classification:
 - international: *H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336; H01L29/78; H01L29/786; H01L21/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L29/786; H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336*
 - european:
Application number: JP19940177645 19940706
Priority number(s): JP19940177645 19940706

Report a data error here

Abstract of JP8023104

PURPOSE: To reduce defects on the lateral side of an active layer and lower the OFF-current level in a thin film transistor, by irradiating the lateral side of the active layer with a laser beam after forming the active layer. **CONSTITUTION:** A silicon oxide film 102 is formed as an underlying layer on a glass substrate 101, and an amorphous silicon film is formed thereon. A crystalline silicon film is produced by heating, and the resulting film is patterned to form an active layer 103. In this state, a region 100 suffers plasma damage, and defects concentrate particularly on the lateral side of the active layer. The plasma damage on the side of the active layer as indicated by the region 100 can be annealed by irradiation with a laser beam. Thus, the defects on the side and periphery of the active layer can be eliminated or significantly reduced, and the trap density on the side of the active layer can be reduced. Therefore, the number of carriers moving through the trap can be reduced.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-23104

(43)公開日 平成8年(1996)1月23日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 29/786

21/336

21/20

21/268

Z

9056-4M

H 0 1 L 29/ 78

3 1 1 Y

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平6-177645

(22)出願日

平成6年(1994)7月6日

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72)発明者 小山 潤

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 須沢 英臣

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 寺本 聡

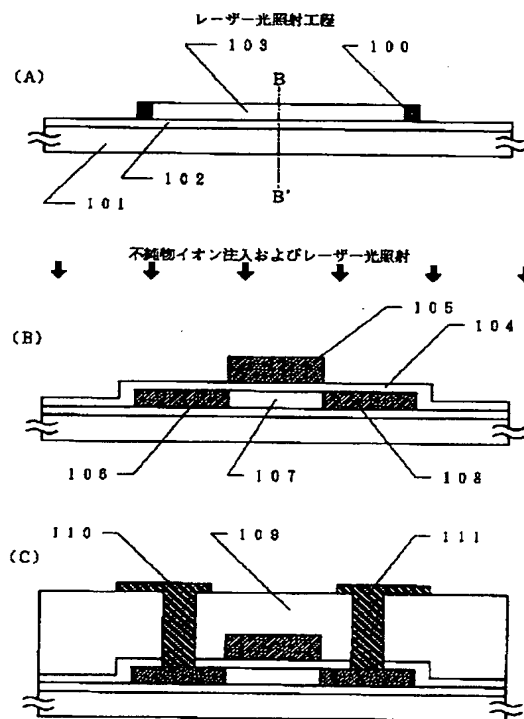
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(54)【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57)【要約】

【目的】 薄膜トランジスタにおけるOFF電流の値を小さくする。

【構成】 薄膜トランジスタを構成する活性層の側面をレーザー光の照射によってアニールする。活性層の側面には、パターニングの際に生じた欠陥が集中しており、この欠陥に起因するキャリアの移動によって、OFF電流が生じてしまう。そこで、活性層の側面の結晶性を向上させて、欠陥を減少させてやることによって、OFF電流を下げることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層の周囲端部の結晶性が特に高められていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 ソース領域とドレイン領域とチャネル形成領域とが形成された活性層を有し、少なくともドレイン領域とチャネル形成領域との界面および／またはその近傍における前記活性層の側面は、特に結晶性が高められていることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2において、活性層全体は結晶性を有していることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 請求項1または請求項2において、活性層全体は結晶性を有しており、結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、前記結晶性珪素膜をパターンニングし活性層を形成する工程と、前記活性層に対してレーザー光または強光を照射する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項6】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、前記結晶性珪素膜をパターンニングし活性層を形成する工程と、前記活性層に対してレーザー光または強光を照射し、前記パターンニングの際に損傷した活性層の側面をアニールする工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項7】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、前記結晶性珪素膜をパターンニングし活性層を形成する工程と、前記活性層に対してレーザー光または強光を照射する工程と、を有し、前記活性層を形成する際に活性層の側面はテーパ状に形成され、前記レーザー光または強光の照射によって、前記テーパ状に形成された部分の損傷がアニールされることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項8】 請求項5乃至請求項7において、レーザー光または強光の照射は、活性層の周囲端部に対して行

われることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項9】 請求項5乃至請求項7において、結晶化の工程は、結晶化を助長する金属元素の非晶質珪素膜への導入と、加熱処理を行う工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項10】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、

前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、

前記結晶性珪素膜をパターンニングし活性層を形成する工程と、

前記活性層に対してレーザー光または強光を照射する工程と、

前記活性層の周辺端部の少なくとも一部にソース／ドレイン領域と逆導電型を付与する不純物を注入する工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項11】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、

前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、

前記結晶性珪素膜をパターンニングし活性層を形成する工程と、

前記活性層の周辺端部の少なくとも一部にソース／ドレイン領域と逆導電型を付与する不純物を注入する工程と、

前記活性層に対してレーザー光または強光を照射する工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本明細書で開示する発明は、薄膜トランジスタの構成およびその作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ガラス基板等の絶縁表面を有する基板上に形成された薄膜半導体を用いた薄膜トランジスタ（一般にTFTと称される）が知られている。この薄膜トランジスタは、各種集積回路に利用されている。特にアクティブマトリクス型の液晶表示装置の各画素部分に配置し、画素のスイッチング用に用いる例が知られている。

【0003】 薄膜半導体の種類としては、非晶質珪素膜や結晶性珪素膜が知られている。非晶質珪素膜は成膜の容易性から生産性に優れるという特徴を有するが、その電気特性が低く、得られる薄膜トランジスタの特性が低いという問題がある。一方、結晶性珪素膜は、特性の高い薄膜トランジスタを得ることができるという特徴がある。しかしながら現状においては単結晶珪素膜を得ることができないので、得られる膜は多結晶構造や微結晶構造（これらを総称して結晶性珪素膜という）となってい

まう。

【0004】図2(A)に代表的な薄膜トランジスタの例を示す。図2に示すのは、ガラス基板201上に酸化珪素膜202が形成された表面上にN型のソース領域203、実質的に真正(I型)のチャネル形成領域204、N型のドレイン領域205で構成される活性層を有し、さらにゲイト絶縁膜205、ゲイト電極207、層間絶縁膜208、ソース電極209、ドレイン電極210を有している。

【0005】このような結晶性珪素膜を用いた薄膜トランジスタではOFF電流(漏れ電流ともいう)の存在が大きな問題となる。OFF電流とは、例えば図2に示すようなNチャネル型の薄膜トランジスタがOFFの状態、ゲイト電極207にマイナスの電位が加えられている時に、チャネル形成領域204とドレイン領域205との間に電流が流れてしまう現象をいう。Nチャネル型の薄膜トランジスタがOFFの状態、ゲイト電極207にマイナスの電位が加えられている場合、チャネル形成領域204のゲイト絶縁膜206に接する部分はP型となる。従って、活性層(ソース/ドレイン領域、チャネル形成領域が形成されている)を構成する薄膜半導体が単結晶であるならば、PN接合がソース/ドレイン間に形成されることになり、ソース/ドレイン間に大きな電流が流れることはない。しかし、活性層を構成する薄膜半導体が多結晶構造や微結晶構造である場合、ソース領域またはドレイン領域とチャネル形成領域との間に形成される高電界によって、結晶粒界を介してのキャリアの移動が生じてしまう。この結果、OFF電流が比較的多くなってしまふ。

【0006】上記OFF電流を少なくする方法としては、LDD構造やオフセットゲイト構造を採用する技術が知られている。これらの構造は、ソース領域またはドレイン領域とチャネル形成領域との界面およびその近傍に電界が集中しないようにし、OFF電流を低減させんとするものである。

【0007】〔発明に至る過程〕本発明者らの研究によると、上記LDD構造やオフセットゲイト構造は、OFF電流の低減には確かに効果的であるが、本質的に大きな改善を得ることができないことが判明している。そこで各種パラメータを変化させ、OFF電流の各種パラメータへの依存性を調べた。この結果、活性層の幅を変化させてもOFF電流はほとんど変化しないことが判明した。図2(B)に活性層の概略の形状を示す。図2

(B)において、21がソース領域であり、22がチャネル形成領域であり、23がドレイン領域である。またWが活性層の幅であり、Lが活性層の長さである。

【0008】まず活性層の幅Wを変化させた場合、OFF電流の値には顕著な変化は見られなかった。もし、OFF電流の原因となるキャリアの移動が活性層の断面全域に渡って行われているならば、活性層の幅Wを変化さ

せることによって、OFF電流の値に変化が見られるはずである。なぜならば、活性層の幅Wが変化することによって、OFF電流の原因となるキャリアの通路の面積(活性層の断面積)が変化するからである。

【0009】一方、活性層の厚さを変化させた場合には、それに依存してOFF電流の値に顕著な変化が見られた。即ち、活性層の厚さを薄くすることによって、OFF電流が減少することが確認された。

【0010】上記の実験事実は、OFF電流の原因となるキャリアの移動が主に活性層側面24において行われていることに起因する。このように、OFF電流の原因となるキャリアの移動が活性層の側面24において主に行われている場合は、活性層の断面積を変化させてもキャリアの移動にはほとんど関係ないので、OFF電流の値はほとんど変化しない。一方、活性層の厚さを薄くすると、キャリアの通路が狭くなるので、OFF電流は減少する。

【0011】活性層側面を経由してキャリアが移動してしまうのは、チャネル形成領域とソース領域またはドレイン領域との接合部の側面において多数のトラップが集中して存在しているということに起因する。活性層の側面にトラップが集中して存在してしまうのは以下の原因による。一般に活性層を形成するには、RIE法等のドライエッチングによる方法が用いられている。この場合、活性層の周辺端部においてプラズマダメージが顕著になってしまう。そして、エッチングされた活性層の側面においては集中的に欠陥が形成されてしまうことになる。即ち、活性層の側面には、トラップが集中的に存在してしまうことになってしまう。

【0012】このような活性層側面に存在するトラップを消滅あるいは減少させるには、活性層を形成するためのパターニング工程(ドライエッチングによるパターニング)の後に活性層の側面における欠陥を減少させ、トラップ密度を低下させてやる必要がある。即ち、活性層の側面に何らかのアニールを施すことが必要となる。以上示した過程を経て、本明細書で示す発明が行われたものである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、OFF電流の少ない薄膜トランジスタを得ることを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、活性層の周囲端部の結晶性が特に高められていることを特徴とする。上記構成において、ソース領域とドレイン領域とチャネル形成領域とが形成された活性層として、図1の106と108と107で示される構成を挙げることができる。図1において、106と108とがソース領域とドレイン領域であり、107がチャネル形成領域である。また図1に示す構成においては、活性層(103で示される半導体層)には、ソース/ド

レイン領域とチャネル形成領域とが形成されているが、さらに活性層にはライトドープ領域やオフセットゲイト領域等が形成されていてもよい。

【0015】また他の発明の構成は、ソース領域とドレイン領域とチャネル形成領域とが形成された活性層を有し、少なくともドレイン領域とチャネル形成領域との界面および／またはその近傍における前記活性層の側面は、特に結晶性が高められていることを特徴とする。

【0016】他の発明の構成は、絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、前記結晶性珪素膜をパターニングし活性層を形成する工程と、前記活性層に対してレーザー光または強光を照射する工程と、を有することを特徴とする。

【0017】上記構成において、絶縁表面を有する基板としては、ガラス基板、石英基板、絶縁膜が形成されたガラス基板、絶縁膜が形成された半導体基板、絶縁膜が形成された導体基板等を挙げることができる。

【0018】珪素膜を結晶化する方法としては、加熱による方法、レーザー光や強光の照射による方法、加熱とレーザー光または強光の照射とを組み合わせる方法がある。また、非晶質珪素膜の結晶化を助長する金属元素を用いた結晶化の方法を採用することは有効である。この場合、金属元素としてFe、Co、Ni、Cu、Ru、Rh、Pd、Ag、Os、Ir、Pt、Auから選ばれた一種または複数種類の元素を用いることができる。特にNi（ニッケル）を用いた場合に顕著な効果を得ることができる。具体的には、550℃（従来は600℃以上）で4時間（従来は12時間以上）程度の加熱処理で結晶性珪素膜を得ることができる。またこの金属元素を用いた加熱による結晶化にさらにレーザー光または強光の照射を組み合わせることは有効である。

【0019】この金属元素を非晶質珪素膜に導入するには、非晶質珪素膜の表面に金属元素の薄膜または金属元素を含む薄膜を形成すればよい。

【0020】活性層中における金属元素の濃度は、 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ とすることが好ましい。この範囲より濃度は小さい場合は、結晶化を助長する効果が小さく、またこの範囲より濃度が大きい場合には、半導体の特性が金属としての挙動を示すこととなり、半導体素子に利用するには不都合なものとなってしまう。

【0021】パターニングにより活性層を形成した後にレーザー光または強光の照射を行うのは、活性層の周囲端部に対してアニール処理を行い活性層の周囲端部、特に活性層側面における欠陥を減少させるためである。

【0022】このレーザー光または強光の照射を活性層の周囲端部に対して選択的に集中して行うことは有効である。また活性層の側面にレーザー光が照射されるようにすること極めて有効である。

【0023】本明細書で開示する他の発明は、絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成する工程と、前記非晶質珪素膜を結晶化し結晶性珪素膜とする工程と、前記結晶性珪素膜をパターニングし活性層を形成する工程と、前記活性層に対してレーザー光または強光を照射する工程と、前記活性層の側面の少なくとも一部にソース／ドレイン領域と逆導電型を付与する不純物を注入する工程と、を有することを特徴とする。

【0024】レーザー光または強光を照射する工程と活性層の側面の少なくとも一部にソース／ドレイン領域と逆導電型を付与する不純物を注入する工程とは、その順序を逆にしてもよい。

【0025】このソース／ドレイン領域と逆導電型を付与する不純物を注入する領域は、少なくともチャネル形成領域とソース／ドレイン領域との界面が存在する活性層の側面であることが必要である。

【0026】

【作用】パターニングにより形成された活性層の側面には、プラズマダメージやエッチングの際のダメージにより欠陥が集中的に形成されてしまう。即ち、活性層の側面には、欠陥が集中的に存在してしまう。そこで、活性層の形成の後にレーザー光または強光を照射することにより、活性層の形成時にその側面に生成された欠陥を減少させることができる。特に活性層の側面にレーザー光が照射されるようにすることによって、活性層の側面に存在する欠陥を効果的に減少させることができる。

【0027】このように、活性層の側面に存在する欠陥をレーザー光または強光の照射により減少させることで、活性層の側面におけるトラップ密度を減少させることができ、この活性層の側面のトラップを経由して移動するキャリアの数を減少させることができる。そしてこのことにより、OFF電流の小さい薄膜トランジスタを実現することができる。

【0028】また活性層の周辺端部をソース／ドレイン領域とは逆導電型とすることで、OFF動作時における活性層の側面において、チャネル形成領域とソース／ドレイン領域との間でPN接合を形成することができ、ソース／ドレイン間の絶縁性を高めることができる。

【0029】

【実施例】

【実施例1】図1に本実施例で示す薄膜トランジスタの例を示す。まずガラス基板101上に下地膜として酸化珪素膜102を2000Åの厚さにスパッタ法によって成膜する。次に非晶質珪素膜を1000Åの厚さにプラズマCVD法または減圧熱CVD法で成膜する。そして、加熱処理を施すことにより、結晶性珪素膜を得る。また加熱処理の後にレーザー光を照射することは、得られた結晶性膜の結晶性を高める上で非常に大きな効果がある。次にRIE法を用いたエッチングによりパターニングを施し、図1(A)の103で示されるような活性

層を形成する。この状態において、100で示される領域がプラズマダメージを受ける。特に活性層の側面には欠陥が集中的に生成されてしまう。

【0030】図1(A)をB-B'で切った断面を図3に示す。図3に示す(A)、(B)は、後述するレーザー光の照射方法を示したものである。また図3のA-A'で切った断面が図1(A)に示される。図3に示されるように、100で示されるプラズマダメージを受ける領域は、活性層の周囲側面全体に渡る。

【0031】ここでレーザー光の照射を行うことにより、100で示される上記活性層側面におけるプラズマダメージをアニールすることができる。勿論、活性層全体の結晶性も向上される。レーザー光としては、KrFエキシマレーザーやXeClエキシマレーザーを用いることができる。このレーザー光の照射と同時に試料を200~500℃の温度に加熱することは有効である。これは、加熱を併用することによって、レーザー光の照射に従う珪素表面の溶融時間を長くし、レーザー光の照射によるアニール効果を高めるためである。

【0032】またレーザー光の代わりに、赤外光等の強光を用いるのでもよい。またこのレーザー光の照射後、さらに加熱処理を施すことは、活性層中における欠陥を減少させる意味で有効である。

【0033】レーザー光を照射する方法としては、図3の(A)、(B)に示す2つの方法がある。(A)に示す方法は、上方から全面に対して行うもので、最も一般的であり、生産性や制御性に優れた方法である。この方法においては活性層の周囲端部にエネルギーが集中することになるので、活性層の側面における結晶性を特に高くすることができる。即ち、活性層の側面における結晶性を活性層全体に中で特に高いものとすることができる。

【0034】(B)に示す方法は、レーザー光を斜め方向から照射することによって、活性層の側面に積極的にレーザー光を照射する方法である。この方法を採用した場合、活性層の側面に対してのアニール効果を極めて高くすることができる。(B)に示すような斜め方向からのレーザー光の照射を行うには、基板を斜めにしてレーザー光を照射すればよい。

【0035】こうして、活性層の周囲側面における欠陥を消滅あるいは大きく減少させることができる。次にゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜104をプラズマCVD法によって1000Åの厚さに成膜する。そしてリンが高濃度にドーパされた公知の珪素を主成分とした被膜を形成し、パターニングを施すことにより、ゲイト電極105を形成する。そして、ソース/ドレイン領域を形成するためにリンイオンの注入を行う。ここではNチャネル型の薄膜トランジスタを形成するためにリンイオンの注入を行うが、ここでボロンイオンの注入を行えば、Pチャネル型の薄膜トランジスタを得ることができ

る。

【0036】この工程で自己整合的にソース領域106とドレイン領域108とが形成される。またチャネル形成領域107も同時に形成される。そしてレーザー光の照射を行い、ソース領域106とドレイン領域108の活性化を行う。この工程において、レーザー光を照射する代わりに強光を照射するのでもよい。また、加熱によってソース/ドレイン領域の活性化を行うのでもよい。

【0037】そして、層間絶縁膜として酸化珪素膜109を7000Åの厚さにプラズマCVD法で成膜し、さらに孔開け工程を経てソース電極110とドレイン電極111とを形成する。そして350℃の水素雰囲気中において加熱処理を1時間行うことによって、図1(C)に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0038】〔実施例2〕本実施例は、オフセットゲイト構造とライトドープ領域とを備えた薄膜トランジスタに本明細書で開示する発明を適用した例である。図4に本実施例で示す薄膜トランジスタの作製工程を示す。

【0039】まずガラス基板401上に下地膜として酸化珪素膜を2000Åの厚さにプラズマCVD法またはスパッタ法によって成膜する。次に非晶質珪素膜403をプラズマCVD法または減圧熱CVD法によって、1000Åの厚さに成膜する。そして非晶質珪素膜の結晶化を助長するための金属元素としてニッケルを非晶質珪素に導入する。ここでは、酢酸ニッケル塩溶液を用いて非晶質珪素膜403へのニッケルの導入を行う。即ち、酢酸ニッケル塩溶液を非晶質珪素膜403上にスピナーを用いて塗布することにより、非晶質珪素膜403の表面にニッケル元素が接して保持されている状態とする。また活性層中におけるニッケル濃度が $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ~ $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ となるように、ニッケルの導入量を制御することは重要である。ここでは、酢酸ニッケル塩溶液中のニッケル濃度を制御することによって、導入するニッケル量を制御すればよい。また、ニッケルの導入方法としては、プラズマ処理やスパッタ法さらにはプラズマCVD法やイオン注入法を用いてもよい。

【0040】そして加熱またはレーザー光の照射、または加熱とレーザー光の照射を併用することによって、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜に変成する。ここでは窒素雰囲気中において550℃、4時間の加熱処理を行い結晶性珪素膜を得る。(図4(A))

【0041】次にパターニングを行い薄膜トランジスタの活性層404を形成する。ここでは等方性のエッチングを行うことで、420で示される活性層404の周辺端部をテーパ状に形成する。この工程の詳細を図8を用いて説明する。まず珪素膜403の上面にレジストマスク800を形成する。そして、等方性のプラズマエッチングを行うことで、図8(B)の点線802、801で示されるようにエッチングが進行していく。そして結果として図8(B)に周囲が420で示されるようにテ

一パー状に形成された活性層404を得ることができる。

【0042】この420で示される部分をテーパ状にすることで、活性層上に形成される配線に段切れが生じないような構成とすることができる。しかし、420で示される活性層の周辺端部は、プラズマダメージが集中して生じてしまうので、多くのトラップが集中して存在してしまう。そして、レーザー光を照射して、活性層の端部側面におけるトラップを減少させる。ここで行うレーザー光の照射は、図3(A)に示すように活性層全面に対して行ってもよいし、図3(B)に示すように、活性層端部に対して斜め方向から行ってもよい。

【0043】この後酸化珪素膜400をプラズマCVD法または減圧熱CVD法によって成膜する。次に6000Åの厚さにアルミニウム膜を電子ビーム蒸着法またはスパッタ法によって成膜する。このアルミニウム膜には、1wt%の珪素または0.1wt%のスカンジウムを含有させる。そしてアルミニウム膜の表面に50~100Å程度の陽極酸化膜405を形成する。この陽極酸化膜は、3~10%の酒石酸が含まれたエチレングルコール溶液中において、アルミニウム膜を陽極とした陽極酸化を行うことによって行われる。ここでは印加電圧を100~200V例えば150Vとし、緻密なバリア型の陽極酸化膜を形成する。

【0044】そしてフォトリソストを用いたマスクを形成し、ドライエッチング法によってパターニングされたアルミニウム膜406を形成する。このアルミニウム膜上には、先の陽極酸化によって形成された緻密な酸化物層405が存在している。(図4(C))

【0045】次に3~20%のクエン酸または硝酸溶液中において陽極酸化を行うことで、厚さ3000~1μm例えば5000Åの厚さにポーラス状の酸化物層407を形成する。ここでは、30℃、10%の硝酸溶液中において、10Vの電圧を25分加えることによって、この陽極酸化を行う。(図4(D))

【0046】次に緻密な酸化物層405を取り除き、再び酒石酸が含まれたエチレングルコール溶液中において陽極酸化を行い、緻密な酸化物層408を形成する。この酸化物層408の厚さは2000Åとする。またこの陽極酸化工程でゲート電極409が確定される。(図4(E))

【0047】そして、酸化物407をマスクとしてドライエッチング法によって、酸化珪素膜400を除去する。こうして、図5(A)に示す状態を得る。この状態でソース/ドレイン領域に注入される不純物とは逆導電型を付与する不純物を活性層の周囲端部に注入する。ここではボロンを $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{14}$ の比較的ドーザ量で注入する。この結果、活性層の周辺部は弱いP型となる。

【0048】図5(A)に示す状態を得たら、磷酸、酢

酸、硝酸の混酸を用いてポーラス状の酸化物層407を選択的にエッチングする。そして、不純物イオンの注入を行いソース/ドレイン領域の形成を行う。ここではNチャンネル型の薄膜トランジスタを作製するためにリンイオンの注入を行う。この工程でソース領域410とドレイン領域416とが自己整合的に形成される。またライトドープ領域411と415、さらにはオフセットゲート領域412と414とが同時に形成される。ライトドープ領域411と415は、残存した酸化珪素膜400によって、注入されたイオンの一部が遮られるためにソース領域410やドレイン領域416より低い濃度でイオン注入が行われることによって形成される。またオフセットゲート領域412と414とには、ゲート電極409周囲の酸化物層408がマスクとなって不純物イオンが注入されない。(図5(B))

【0049】そして層間絶縁膜として酸化珪素膜417を6000Åの厚さにプラズマCVD法で成膜する。さらに孔開け工程を経てソース電極418とドレイン電極419とを形成する。ここで、活性層の端部側面がテーパ状に形成されているので、活性層上に形成される電極配線に段切れが発生しない構成とすることができる。即ち、420で示される活性層の周囲の側面がテーパ状に形成されているので、その上方に形成され各種電極配線が滑らかな角度で形成されることになり、段切れがない構成とすることができる。またテーパ状に形成されている領域がソース/ドレイン領域と逆導電型となっているので、OFF動作時に活性層側面におけるチャネル形成領域とソース/ドレイン領域との間においてPN接合が形成され、ソース/ドレイン間の絶縁性を高めることができる。従ってOFF電流を下げるができる。

【0050】薄膜トランジスタの断面の写真を図6に示す。図6には、薄膜状の活性層とテーパ状に形成されたその端部が示されている。また図7に本実施例で示した薄膜トランジスタを上面から写した写真を示す。この図7で示す写真は、基板上に形成された微細なパターンを示したものである。図7のA-A'で切り取られる断面が図5(C)に対応し、図7のB-B'で切り取られる断面が図6に対応する。

【0051】最後に350℃の常圧水素雰囲気中において、加熱処理を行うことによって、活性層中の水素化を行い、薄膜トランジスタを完成させる。

【0052】

【発明の効果】活性層の側面の結晶性を特に高めることで、OFF電流の小さい薄膜トランジスタを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例で示す薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図2】 一般的な薄膜トランジスタの概略の構成を示

す図。

【図 3】 活性層に対するレーザー光の照射方法を示す図。

【図 4】 実施例で示す薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図 5】 実施例で示す薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

【図 6】 薄膜トランジスタを構成する薄膜を示す写真。

【図 7】 基板上に形成された微細なパターン（薄膜トランジスタ）を示す写真。

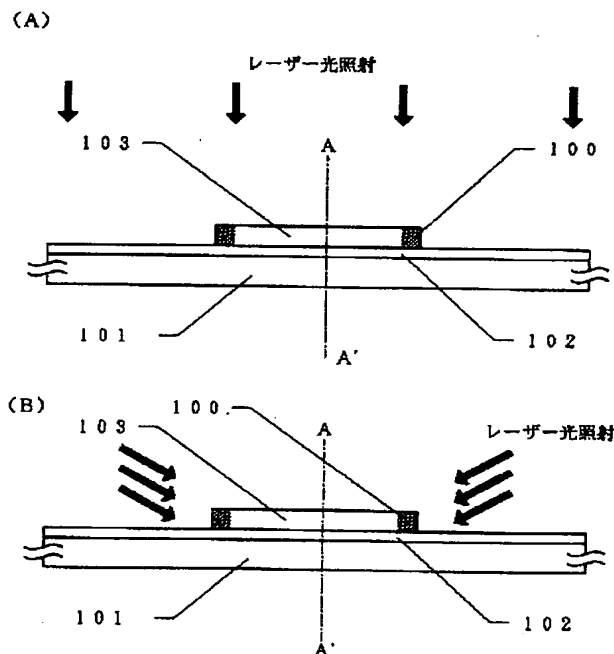
【図 8】 活性層の形成工程を示す図。

【符号の説明】

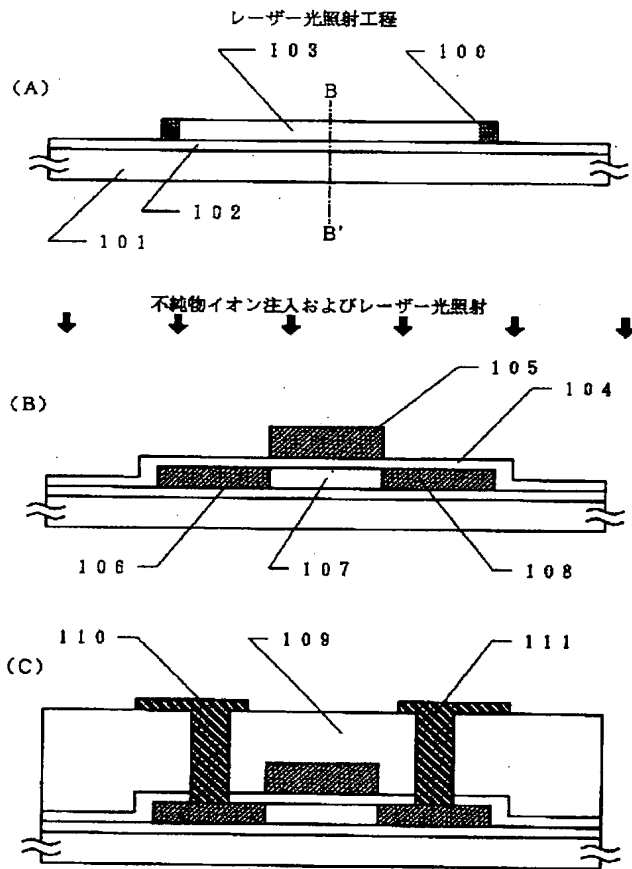
101・・・・・・ガラス基板
102・・・・・・酸化珪素膜（下地膜）
103・・・・・・活性層
104・・・・・・酸化珪素膜（ゲイト絶縁膜）
105・・・・・・ゲイト電極
106・・・・・・ソース領域
107・・・・・・チャネル形成領域
108・・・・・・ドレイン領域
109・・・・・・層間絶縁膜
110・・・・・・ソース電極
111・・・・・・ドレイン電極
201・・・・・・ガラス基板
202・・・・・・酸化珪素膜
203・・・・・・ソース領域
204・・・・・・チャネル形成領域

205・・・・・・ドレイン電極
206・・・・・・ゲイト絶縁膜
207・・・・・・ゲイト電極
208・・・・・・層間絶縁膜
209・・・・・・ソース電極
210・・・・・・ドレイン電極
21・・・・・・ソース領域
22・・・・・・チャネル形成領域
23・・・・・・ドレイン領域
400・・・・・・酸化珪素膜（ゲイト絶縁膜）
401・・・・・・ガラス基板
402・・・・・・酸化珪素膜（下地膜）
403・・・・・・珪素膜
404・・・・・・活性層（結晶性珪素膜）
405・・・・・・酸化物層（緻密な酸化物層）
406・・・・・・アルミニウム膜
407・・・・・・酸化物層（ポーラス状の酸化物層）
408・・・・・・酸化物層（緻密な酸化物層）
409・・・・・・ゲイト電極
410・・・・・・ソース領域
411、415・・・・・・ライトドープ領域
412、414・・・・・・オフセットゲイト領域
413・・・・・・チャネル形成領域
416・・・・・・ドレイン領域
417・・・・・・層間絶縁膜
418・・・・・・ソース電極
419・・・・・・ドレイン電極

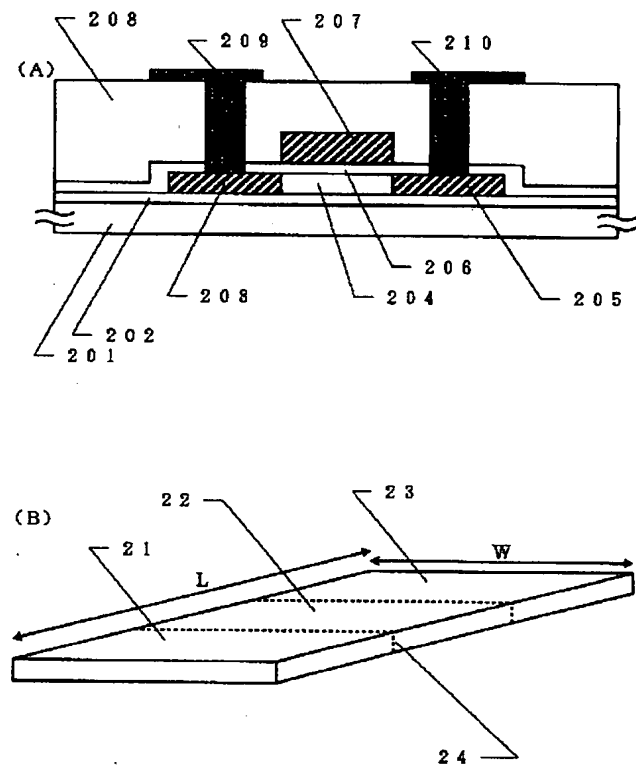
【図 3】



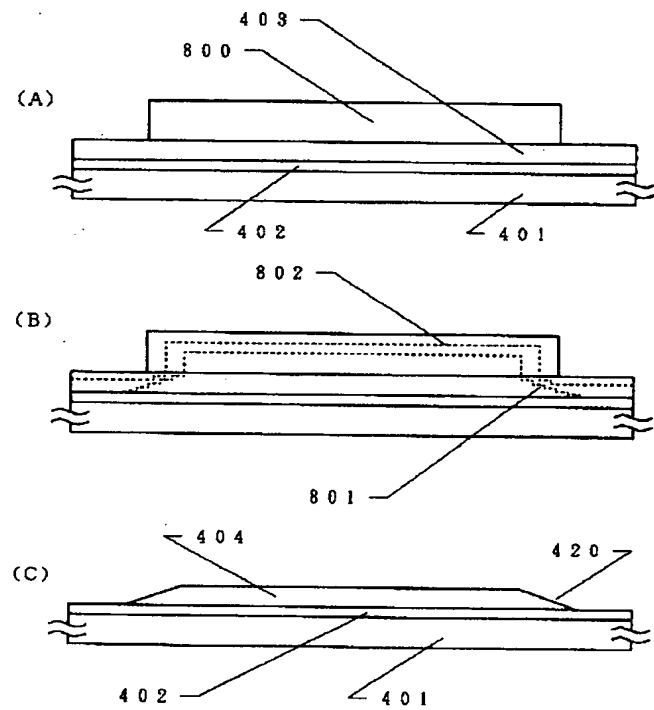
【図1】



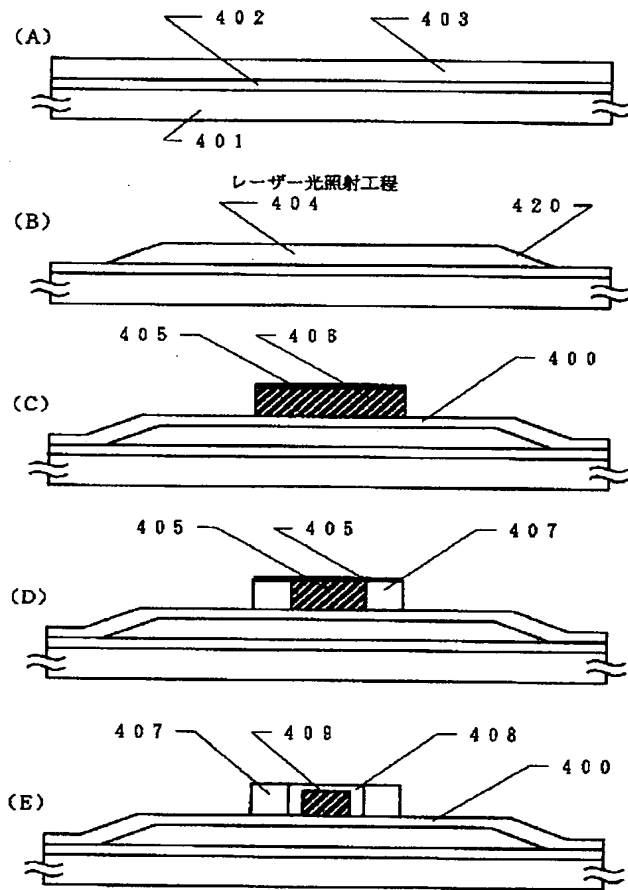
【図2】



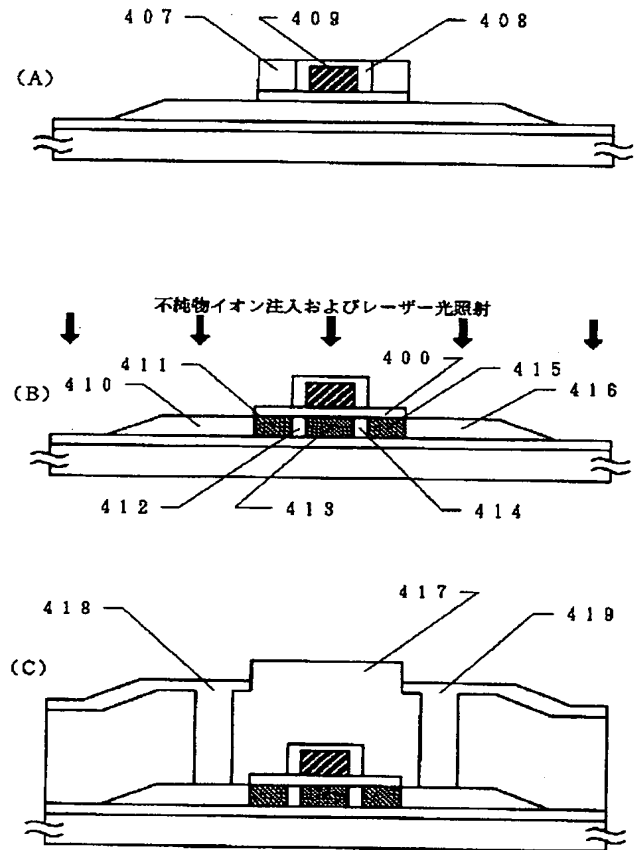
【図8】



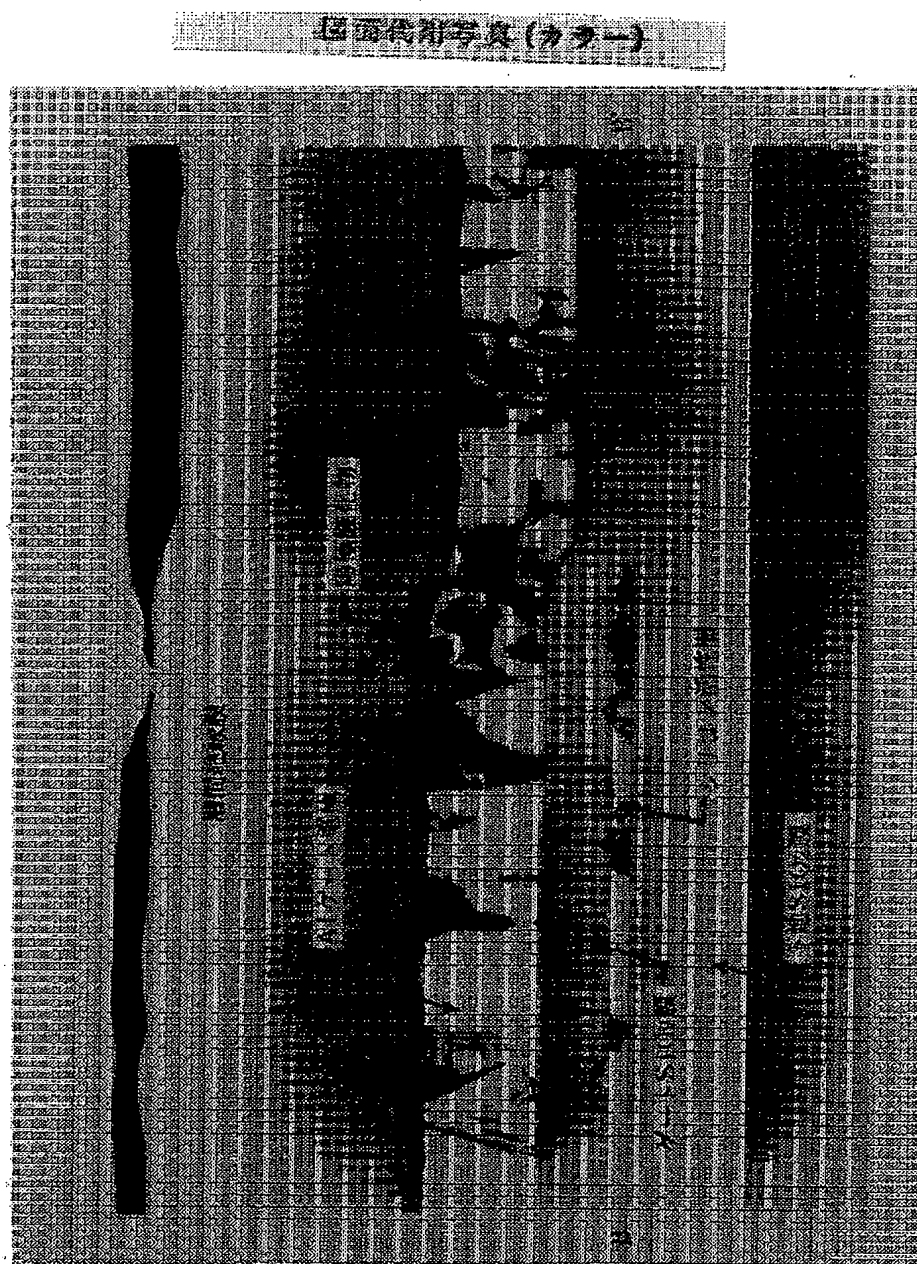
【図 4】



【図 5】

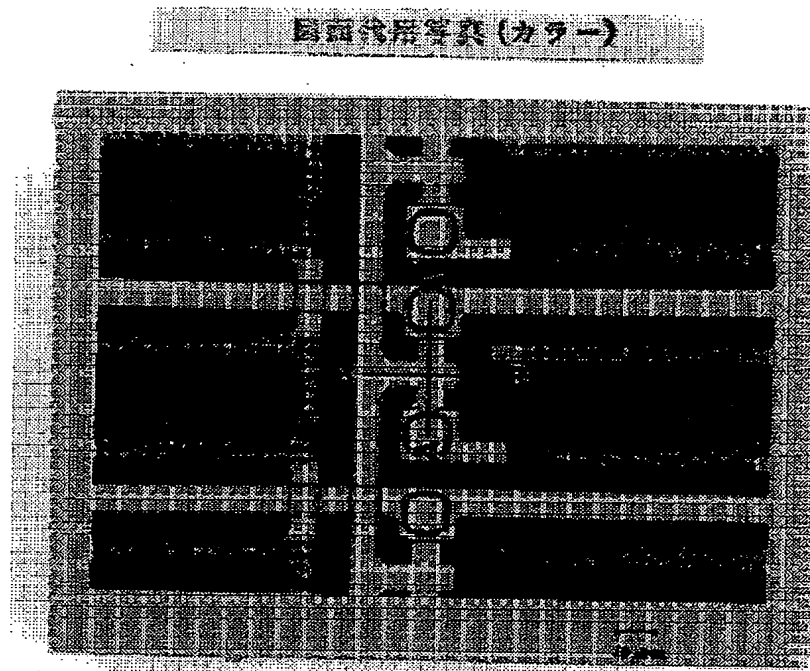


【図6】



写真

【図7】



零 真